CARRO DE JUGUETE SEMIAUTOMÁTICO

Realizado por los estudiantes del gimnasio los pinos

Dirigido por el docente Sergio Andrés Martínez Manjarrés

GIMNASIO LOS PINOS

CUNDINAMARCA

Bogotá

2014

CARRO DE JUGUETE SEMIAUTOMÁTICO

En el artículo se explica la elaboración del mecanismo básico de un carro de juguete eléctrico a base de energía solar, enfocado principalmente a la elaboración del mecanismo de piñones (velocidad), el cual se basa en una caja de cambio con dos relaciones, con el fin de regular la velocidad en las curvas. Para esto, se tuvo en cuanta la fuentes de energía alternas, el mecanismo básico de una caja de cambios de un vehículo, funciones de movimiento y velocidad para el buen funcionamiento de carro.

1. INTRODUCCIÓN

Desde el siglo XX, ha sido la gasolina, el gas y la electricidad grandes rivales para el funcionamiento de un carro. Aun que la gasolina hoy en día es la que esta dominando en el suministro de energía del carro y es ella causante de más del 60% de la contaminación del mundo (Palafox, 2009). Con estas cifras se puede notar la necesidad de buscar una nueva fuente de energía que se enfoque en el mejoramiento del medio ambiente. Además, en las frecuentes accidentalidades en las curvas por exceso de velocidad es necesario encontrar un sistema que mejora la movilidad ideal de la ciudad. Es por esta razón la preocupación de generar conciencia y a la vez dar a explicar como la energía eléctrica podría ser un beneficio tanto económico como cultural.

En este artículo se busca dar una explicación clara y concisa de la elaboración del carro de juguete con cambio de velocidad, viendo los fenómenos físicos y matemáticos de una manera sencilla. Donde la gran mayoría es establecida por el uso de medios alternativos para lograr la eficiencia en desarrollar un modelo que no dañe el medio ambiente.

2. OBJETIVOS

Diseñar un modelo de carro a tamaño juguete con velocidad semiautomática a base de energía solar que mejore y facilite la conducción del vehículo y minimicé el riesgo de accidentalidad en curvas, además que sea amigable con el medio ambiente utilizando celdas solares que carguen las baterías del automóvil. Para esto se realizara una recopilación de información relacionada a la mecánica, electricidad, accidentalidad en curvas, fuentes renovables, entre otros. Este proyecto se ideo con el imaginario de un mundo mejor, donde el hombre llegue a mejorar su estilo de vida.

3. MARCO TEÓRICO

Un carro eléctrico es un vehículo alternativo que es impulsado por uno o más motores eléctricos, donde se suministra energía por medio de baterías a base de litio. Esta batería puede recargarse en los carros reales por medio de corriente eléctrica en sitios específicos ubicados por la toda la ciudad[1], pero en algunos casos el usuario puede adquirir un acople para conectarlo desde casa[2]. Para la elaboración de este proyecto se tiene en cuenta los siguientes aspectos:

3.1. VELOCIDAD MÁXIMA: en una curva un automóvil está dada por:

$$V_{max} = \sqrt{\mu * r * a}.$$

Donde μ es el coeficiente de fricción entre el móvil y el suelo, r el radio que forma la curva y a es la aceleración con respecto a la normal, es decir la gravedad.

3.2. Para determinar las revoluciones por minutos que tiene el motor se debe tener: el periodo, la velocidad angular y tangencial, intensidad de corriente, voltios, potencia eléctrica y potencia mecánica.

Para determinar el periodo del motor se utiliza las definiciones conceptuales de la potencia eléctrica y la potencia mecánica

3.2.1. **Potencia Electrica (P_e)**: sus unidades son en watts, que entrega una fuente de energía al llevar una carga *q* (en coulombs) a través de una subida de potencial *V* (en volts) en un tiempo *t* (en segundos). Esta dada por:

$$P_E = \frac{trabajo}{tiempo} = \frac{Vq}{t}$$

3.2.2. **Potencia (**P**):** es la tasa de tiempo con que se realiza el trabajo, está dada por:

$$P = fuerza\ X\ rapidez$$

3.2.3. **El Periodo**: es el tiempo que requiere el sistema para completar un ciclo completo. En el caso de movimiento circular, es el tiempo que gasta en dar una vuelta o un giro de 360°. El periodo es el *número de segundos por ciclo*.[3]

3.3. PIÑÓN: Utilizado para aumentar o disminuir la velocidad de la llanta, para esto se tiene en cuenta las siguientes relaciones.

---

[1] Mayo 29 del 2014 [http://www.recargacocheselectricos.com/]
[2] Mayo 29 del 2014 [http://www.xataka.com/tecnologia-en-el-coche/como-instalar-un-punto-de-recarga-para-vehiculos-electricos-en-el-garaje]
[3] Frederick J. Bueche, Eugene Hecht, FISICA GENERAL, McGraw-Hill, 1993, pag 113

3.3.1. **Velocidad Angular:** es el tiempo que se tarda en dar una vuelta, por lo general se toma como dos veces Pi sobre el periodo. Esta dada por la siguiente relación:

$$\boldsymbol{w = \frac{2\pi}{T}}$$

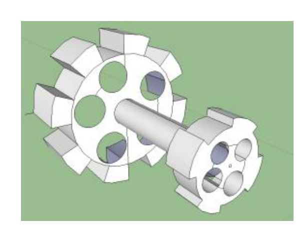
Donde T es el periodo y $\boldsymbol{\pi}$ es el número pi

3.3.2. **Rapidez Tangencial:** es una medida de qué tan rápido viaja un objeto en el espacio y también es una cantidad escalar. En este artículo lo tomamos como la velocidad tangencial de un movimiento curvilíneo. esta dada por:

$$v = w * r$$

Donde "w" es la velocidad angular y "r" es el radio del movimiento circular.

3.3.3. **Piñones Unidos Por El Mismo Eje:** cuando dos piñones están unidos por un mismo eje se cumple que su periodo es el mismo, por consiguiente las velocidades angulares también tienen la misma magnitud.



En este caso, como las velocidades angulares de los piñones son iguales pero los radios son diferentes, las velocidades tangenciales cambian: si $r_1 < r_2$ entonces $v_1 < v_2$.

3.3.4. **Piñones Engranados:** cuando dos piñones están engranados su velocidad angular cambia (la de un piñon es menor a la del otro) pero su velocidad tangencial son la misma, teniendo en cuanta esta propiedad se llega a la siguiente relación:

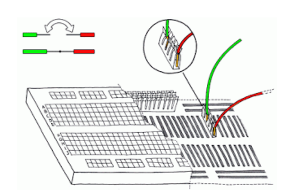
$$\boldsymbol{T_1 = \frac{r_1 * T_2}{r_2}}$$

Donde r es el radio de alguno de los dos piñones y T el periodo de alguno de los dos piñones. Se debe aclarar que si la velocidad angular del piñón de radio mayor es w_1 y la del piñon de radio menor es w_2, y que además están engranados, entonces las velocidades angulares cumplen la relación $w_2 < w_1$.



3.3.5. **CIRCUITOS:** como el carro deberá detectar las curvas y las rectas se debe tener en cuenta los siguientes componentes:

3.3.6. **Protoboard:** es un tablero con orificios conectados eléctricamente entre sí, habitualmente siguiendo patrones de líneas, en el cual se pueden insertar componentes electrónicos y cables para el armado.



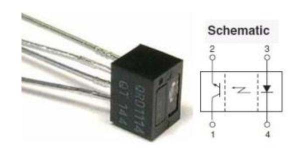
3.3.7. **Resistencias:** su función es limitar el paso de corriente eléctrica a través de ella, se mide en ohmios. Se suele utilizar esa misma unidad, así como dos de sus múltiplos: el Kilo-Ohmio (1KΩ) y el Mega-Ohmio (1M Ω=106Ω).[4]



3.3.8. **Diodo:** tiene como función conducir la corriente en una sola dirección, es decir unidireccional.



3.3.9. **QRD1114:** también llamado seguidor de línea, cumple la función de detectar luz o ausencia de luz, que en este caso es el color blanco y el color negro respectivamente.



3.3.10. **Compuertas lógicas**: Una compuerta lógica es un circuito lógico cuya operación puede ser definida por una función del álgebra lógica.[5] En este proyecto se utilizara la compuesta 7404 que tiene como función cambiar la polaridad del circuito.

[4] Félix Rubio, Jose Aladro, Cursillo de electrónica Básica, 2000, pag. 23
[5] Félix Rubio, Jose Aladro, Cursillo de electrónica Básica, 2000, pag.22



3.3.11. **Transistor 2N2222:** es un transistor bipolar NPN de baja potencia de uso general. Amplifica corrientes de pequeñas potencias.



3.3.12. **Puente H l293**: su funcionamiento está enfocado al suministro de corriente al motor, este solo funciona para corrientes continuas.



3.3.13. **Condensador:** almacena energía y mantiene una corriente continua al motor.



3.4. PANEL SOLAR: Aprovecha la energía de la radiación solar. El proyecto esta basado en paneles fotovoltaicos, que es utilizados para generar electricidad mediante energía solar fotovoltaica.[6]

3.4.1. **Diodo:** elemento electrónico para conducir electricidad en un solo sentido.

3.4.2. **Batería:** almacenamiento de corriente para suministrarla a dispositivo.

---

[6] LUN, 04/07/2005, TextosCientificos.com, CELDAS SOLARES, [http://www.textoscientificos.com/energia/celulas]

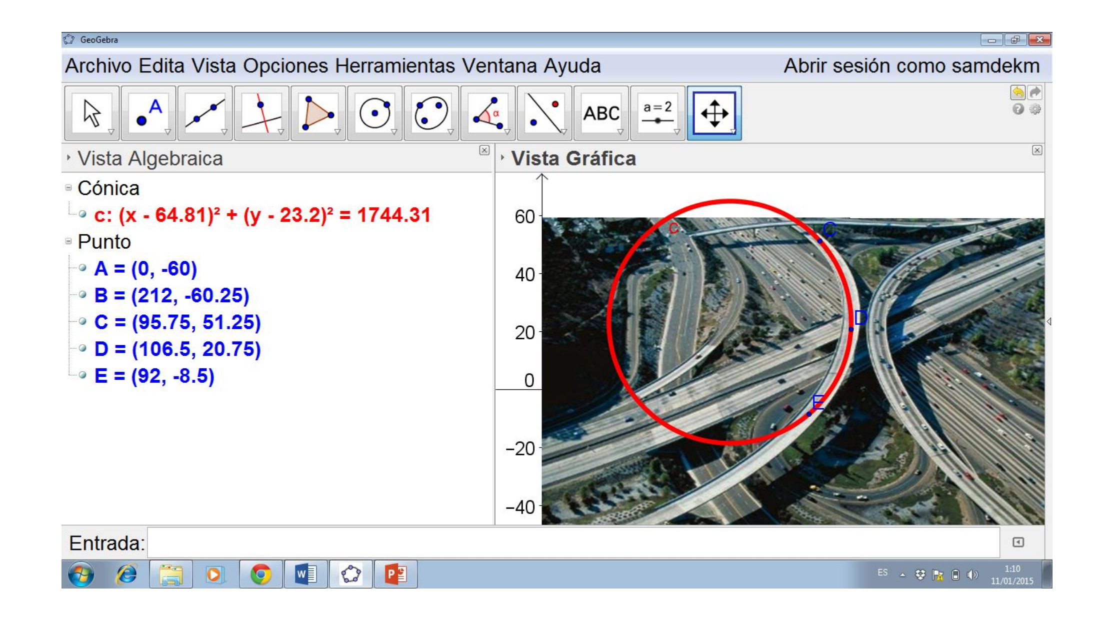
4. METODOLOGÍA

4.1. Para la elaboración del carro, así como se mencionó en la pregunta y objetivo, se basa en las grandes accidentalidades en la curvas. Se realiza el análisis de la curva de la siguiente manera:

4.1.1. Se tomó varias imágenes, de internet o fotografías tomadas desde un edificio.



4.1.2. Luego se ubica en el programa GeoGebra, sin perder la escala de la imagen con el programa, se hace coincidir una circunferencia en la curva que se desea analizar y se identifica el radio de la curva.



4.1.3. Al hacer coincidir la circunferencia en la curva el programa GeoGebra, en la parte izquierda, muestra la ecuación canónica de la circunferencia. Con esto encontramos el radio de la curva que es $r = \sqrt{1744.31} = 41.76\ m = 0.4176\ km$.

Sustituyendo en la ecuación de velocidad máxima obtenemos:

$$V_{max} = \sqrt{\mu * r * a}$$

$$V_{max} = \sqrt{0.7 * 41.76 * 9.8}$$

$$V_{max} = \sqrt{286.5}$$

$$V_{max} = 16.9\frac{m}{s}$$

$$V_{max} = 60.9\ km/h$$

Si el auto aumenta la velocidad por encima de 60 km/h la fuerza de rozamiento no supera a la fuerza centrípeta del auto, esto hace que el auto se deslice y tenga una trayectoria tangencial a la curva.

4.2. Teniendo en cuanta la información anterior el proyecto se divide en tres partes que son la construcción de la caja de cambio, la dirección y la estructura eléctrica.

4.2.1. **Caja De Cambio:** para el diseño de la caja se debe tener en cuenta las revoluciones del motor que se utilizara, el análisis del número de piñones que se gastaran en ambas relaciones, el ensamble.

RPM Motor: por medio de la relación de la potencia eléctrica con la potencia mecánica se obtiene la ecuación:

$$T = \frac{2\pi fr}{I * v}$$

Donde la fuerza se halla sujetando una pita al eje del motor con una masa, de tal forma que al encender el motor con una pila la fuerza del motor con el peso ejercido por la masa se equilibran. Por tal motivo la fuerza norma y la fuerza del motor son iguales.



El radio es tomado del eje del motor, los voltios son los mismos que aparecen en la pila utilizada anteriormente, para los voltio podemos utilizar un multimetro o los que dice la pila y por último la intensidad de carga, para esta última hacemos una circuito en serie entre el multimetro la batería y el motor.



Caja de cambio: se tiene en cuenta las relaciones de velocidad tangencial y velocidad angular, sin dejar a un lado la propiedad que cumple el periodo cuando los piñones están entrelazado y están unido por su mismo eje. Debido a que las revoluciones por minutos (uno sobre el periodo) es muy alto para las velocidades deseadas, 70 km/h y 30km/h a escala 1:12, se redujo por medio de piñones engranados y pegados por el mismo eje. Para mostrar la disminución de velocidad angular nos basamos en el la función de periodo en piñones engranados, vale aclara que el orden va del piñón del motor al piñón de la llanta:

$$T_i = \frac{r_i * T_{i-1}}{r_{i-1}}$$

Donde r es el radio, T periodo y i es la posición actual. Como la velocidad angular está dada como:

$$w_i = \frac{2 * \pi}{T_i}$$

Al sustituir T_i:

$$w_i = \frac{2 * \pi}{\frac{r_i * T_{i-1}}{r_{i-1}}}$$

$$w_i = \frac{2 * \pi * r_{i-1}}{r_i * T_{i-1}}$$

Como el radio de los piñones tienen dos medidas fijas entonces son constantes para la función W. pero el periodo T aumenta a medida que se engrana un piñon de radio mayor (que es lo que se mostrara más adelante)

entonces w_i tiende a acercarse a cero, es decir decrece los valores de la velocidad angular.

Para la velocidad lineal se hace el mismo procedimiento, utilizando la velocidad angular, así:

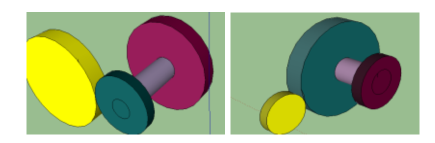
$$Vt_i = w_i * r_i$$

$$Vt_i = \frac{2 * \pi * r_{i-1}}{r_i * \ T_{i-1}} * r_i$$

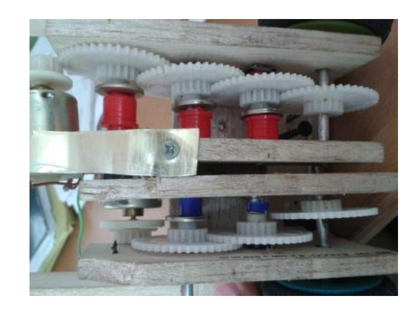
$$Vt_i = \frac{2 * \pi * r_{i-1}}{T_{i-1}}$$

Como r es una constante (solo dos valores) y T aumenta al engranar un piñón de mayor tamaño, entonces la velocidad lineal decrece. Las dos anteriores funciones de velocidades se aplicaran en las tablas de los resultados.

Para disminuir la velocidad tangencial del motor se tiene en cuanta dos tipos de piñones, que en este caso los llamaremos A y B, donde el Piñon A tiene un radio de 2cm y el Piñon B de 3cm. Al ubicar A en el eje del motor y engranarlo con el B se disminuye la velocidad angular pero la velocidad tangencial es la misma.



Al unir un piñón de tipo A al mismo eje del piñón B, como se muestra en la anterior figura de la derecha, se puede notar que sus velocidades angulares son la misma pero su velocidad tangencial disminuye. De esta forma disminuimos las velocidades tangenciales que salen del motor a las llantas del carro. Para este proceso nos basamos en la aplicación de GeoGebra realizada por el docente Sergio Martinez, con el fin de agilizar el algoritmo e identificar la cantidad de piñones que se necesitaría para las dos relaciones de la caja de cambio.



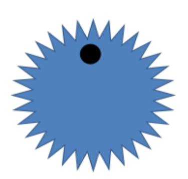
Al hacer el ensamblaje se deja un piñon libre, es decir, un piñon que pueda trasladarse de una relación a otra, en este carro se dejo el ultimo, que está en el mismo eje de las llantas traseras. Este piñon lo mueve una acción de palanca, que a su vez es movida por un motos que es dirigido por el circuito de seguidor de líneas, más adelante se explicara.

La metodología que se relaciona a la caja de cambio solo está enfocada al análisis teórico de la construcción, mas no al armazón o construcción física de la caja de cambio.

4.2.2. **Dirección:** para esta dirección utilizamos la metodología que utilizan los carros de juguete convencionales y recreamos la construcción.



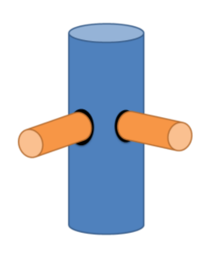
Se perfora y se ensambla una puntilla en la orilla de un piñón, preferiblemente grande el piñón.



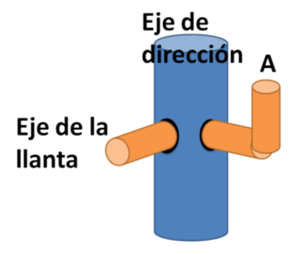
Para ubicar las llantas toca armar una estructura de la siguiente manera: se toma un segmento de varilla y se le hacen dos perforaciones en el centro, y que cada perforación este a 90° de las otras.



Se toman otros dos segmentos de varillas, preferiblemente más delgadas, y se incorporan en los dos agujeros



En uno de las varillas ubicadas anteriormente, se le agrega o dobla un segmento de varilla que servirá para hacer el efecto de palanca para girar la rueda, el otro segmento servirá como eje de la llanta.

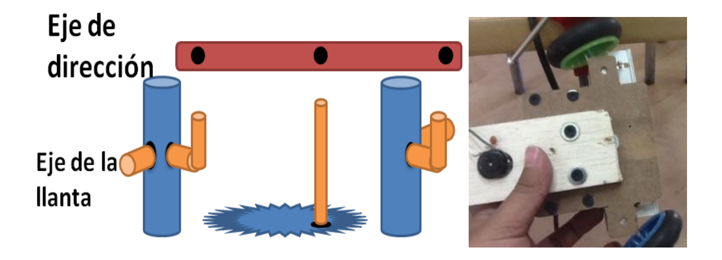


Se deberá tener dos construcciones del anterior, con una pequeña alteración, si al eje de la llanta es el de la derecha entonces la otra construcción deberá estar en la de la izquierda.

Con un trozo de plástico se hace tres perforaciones, una en el centro y dos en los extremos, el ancho de esta plástico deberá ser del ancho del carro menos el ancho de la llanta.



Por último se ensambla todas las partes, los agujeros de los extremos se hace coincidir con los segmentos de varilla "A" y el del centro con la puntilla del piñón.



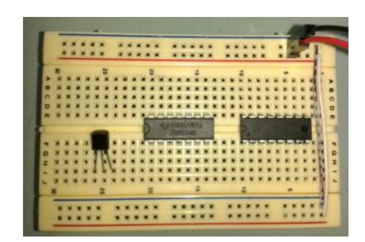
En el piñón se engrana el piñón del motor para hacer girar la dirección.

4.2.3. **Circuito:** como el carro tiene el cambio de velocidad semiautomático es necesario un incorporarle un mecanismo que haga el cambio de caja. Este sistema tiene como funcionamiento que al encontrarse con una

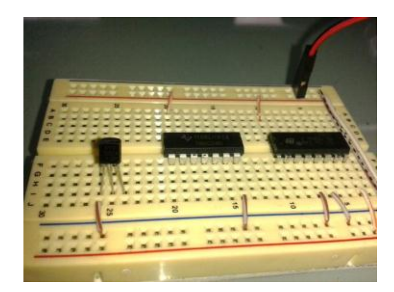
curva el carro realice el cambio y disminuye la velocidad, cuando termina su curva el auto retoma su velocidad máxima.

Al ubicar los circuitos en la protoboard debe tener el funcionamiento de cambiar la polaridad del motor al encontrar el color blanco.

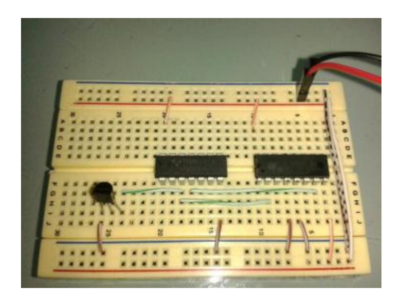
Primero ubicamos la compuerta 7404, el puente H y el transistor.



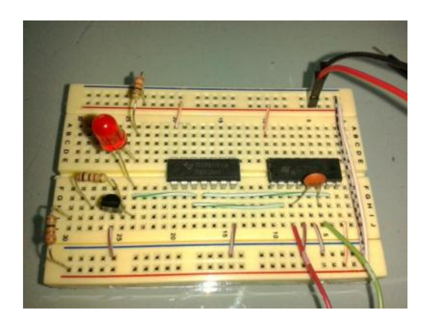
Se hace puente entre la corriente, positiva y negativa, a los circuitos ubicados en la protoboard, teniendo en cuenta en cuales pines entra la corriente a los circuitos.



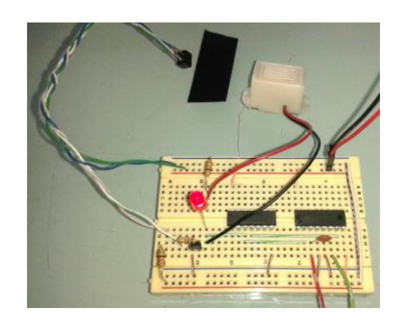
Se hace puente entre los circuitos:



Ubicamos las resistencias, el condensador el diodo y los cables del motor.

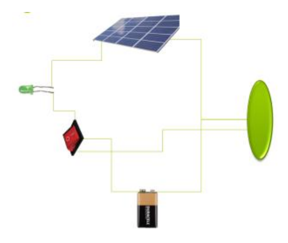


Por último la QRD1114



Esta última tiene como función detectar el color en la curva para que el motor cambie de dirección y active (o mueva) el piñon libre a la otra relación de piñones, es decir cambia su velocidad.

Panel solar: se utiliza un panel solar de 5v, en la salida positiva se conecta un diodo y luego sale a un interruptor para hacer la conexión a la batería y al circuito. Tiene como función ir cargando la batería del auto.



4.3. ENSAMBLE: en este paso se ensambla las cuatro partes anteriores quedando en el carro sin carcasa. Se une la dirección a la caja de cambios, se ubica la protoboard en el carro y se conecta el motor de la caja de cambios y por último se ensambla el panel solar con las pilas para quedar como lo muestra el dibujo.









5. RESULTADOS

A continuación se mostraran los datos obtenidos a partir de dos motores distintos. Por consiguientes, se obtendrá el análisis de dos carros. En la siguiente tabla están los datos obtenidos de los dos motores para encontrar el periodo del motor:

características	motor 1	motor 2	unidades
Fuerza	1,12	1,76	Newton
radio	0,002	0,0025	m
intensidad	0,115	0,12	amperios
voltios	7	7	V
T	0,017	0,032	segundos

A simple vistas los resultados difieren en decimas, pero eso no garantiza que sus resultados finales se aproximen unos a otros.

Si se desea que el auto viaje a la velocidad de 30 km/h en una curva y a 80 km/h en una recta, que en una escala de 1:12 es de 0.69 m/s y 1.85 m/s respectivamente, entonces se utiliza los piñones para aumentar o disminuir la velocidad que sale del motor según sea el caso.

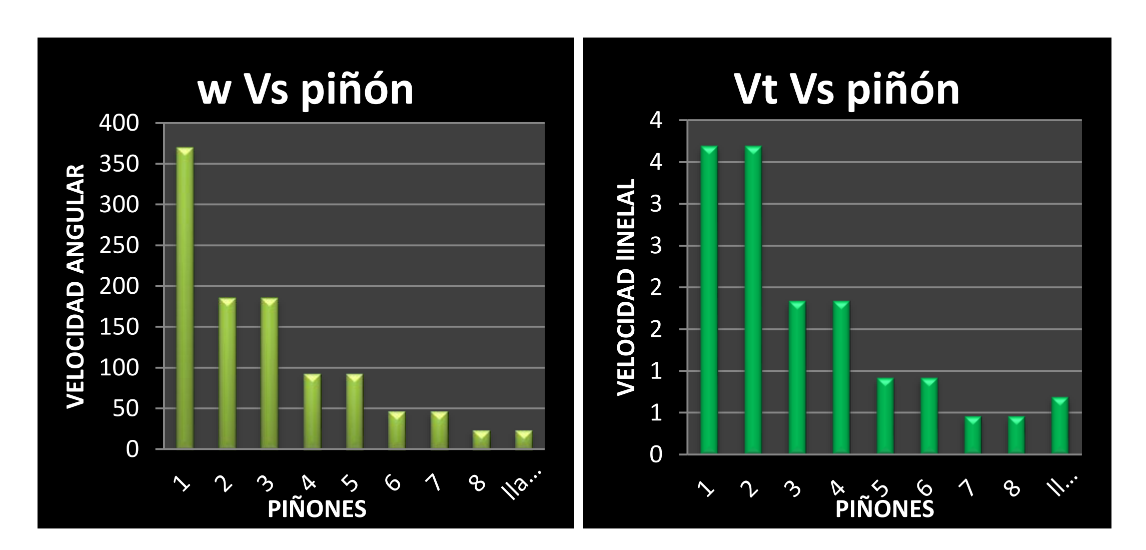
La tabla muestra los datos relacionados al motor uno, de periodo 0.017 segundos, clasificado en dos: la de color verde muestra la cantidad de piñones que se necesitan para que el carro viaje a una velocidad de 0.69 m/s y la de color azul para la velocidad de 1.85 m/s.

motor 1											
velocidad del 30 km/h (a escala 0,69 m/s)						velocidad del 80 km/h (a escala 1,85 m/s)					
piñón	**característica**	**radio (m)**	**T**	**W**	**Vt**	**piñón**	**característica**	**radio (m)**	**T**	**W**	**Vt**
1	mismo eje del motor	0,01	0,017	369,41	3,69	1	mismo eje del motor	0,01	0,017	369,41	3,69
2	engranado a 1	0,02	0,034	184,71	3,69	2	engranado a 1	0,02	0,034	184,71	3,69
3	mismo eje de 2	0,01	0,034	184,71	1,85	3	mismo eje de 2	0,01	0,034	184,71	1,85
4	engranado a 3	0,02	0,068	92,35	1,85	4	engranado a 3	0,025	0,085	73,88	1,85
5	mismo eje de 4	0,01	0,068	92,35	0,92	llanta	mismo eje de 8	0,03	0,085	73,88	2,22
6	engranado a	0,02	0,13	46,18	0,92						

	5		6								
7	mismo eje de 6	0,01	0,136	46,18	0,46						
8	engranado a 7	0,02	0,272	23,09	0,46						
llanta	mismo eje de 8	0,03	0,272	23,09	0,69						

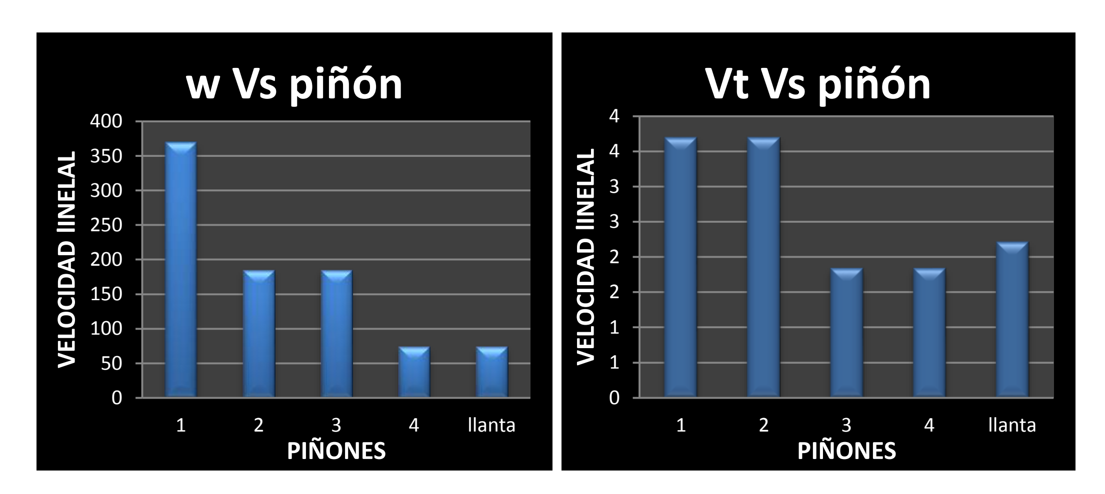
Se observa que la velocidad requerida por ambas es menor a la velocidad lineal suministrada por el motor (velocidad del motor con el piñon: 3.69 m/s; velocidades baja y alta: 0.69 m/s y 1.85 m/s respectivamente), por tal motivo se toma las relaciones de disminución de velocidad para ambas.

En la tabla verde (izquierda) se observa que se necesitan 8 piñones, empesando desde el piñon encajado en el motor asta el piñon unido con el mismo eje de la llanta. El piñon mas pequeño es de 1cm, de radio, y el más grande de 2cm, la llanta tiene un radio de 3cm. Segun la tabla, las velocidades tangenciales son iguales cuando estan engranados y disminulle cuando están unidos con el mismo eje y va de piñon grande a piñon pequeño (hablando del radio); mientras que la velocida angular, son la misma cuando están unidos con el mismo eje, diminulle cuando están engranados pasando de piñon pequeño a piñon grande (habaldo de los radios). En la llanta se observa un aumento de velocidad tangencial ya que la llanta es mayor que el ultimo piñon (8), llegando asi a la velocidad requerida.



Las graficas muestran las velocidades angular y lineal, izquierda y derecha respectivamente de la tabla verde. En la velocidad angular se muestra una función decreciente, mientras que la velocidad lineal desciende por parejas pero al llegar a la llanta hay un pequeño aumento de velocidad.

En la tabla azul se utiliza 4 piñones, empezando desde el piñon del motor, hasta el piñon unido con el mismo eje de la llanta. El piñon mas pequeño tiene 1cm de radio y el mas grande es de 2cm, exceptuando el piñon 4 que tiene un radio de 2.5 cm: el cuarto piñon se hubiese podido dejar del mismo radio de la llanta para que la velocidad lineal fuese la misma que la pedida, pero al dejarlo del mismo tamaño el piñon tocaria el suelo, pudiendo dañar la relación de cambio, por tal motivo se encontró un piñon de 2.5cm acercándonos al valor del radio de la llanta. Se cumplen las mismas propiedades de velocidades lineales y angulares (en disminución) como en el cuadro verde. En este caso se utilizaron menos piñones ya que se necesita bajar la velocidad pero no a un valor tan bajo como la de 30km.



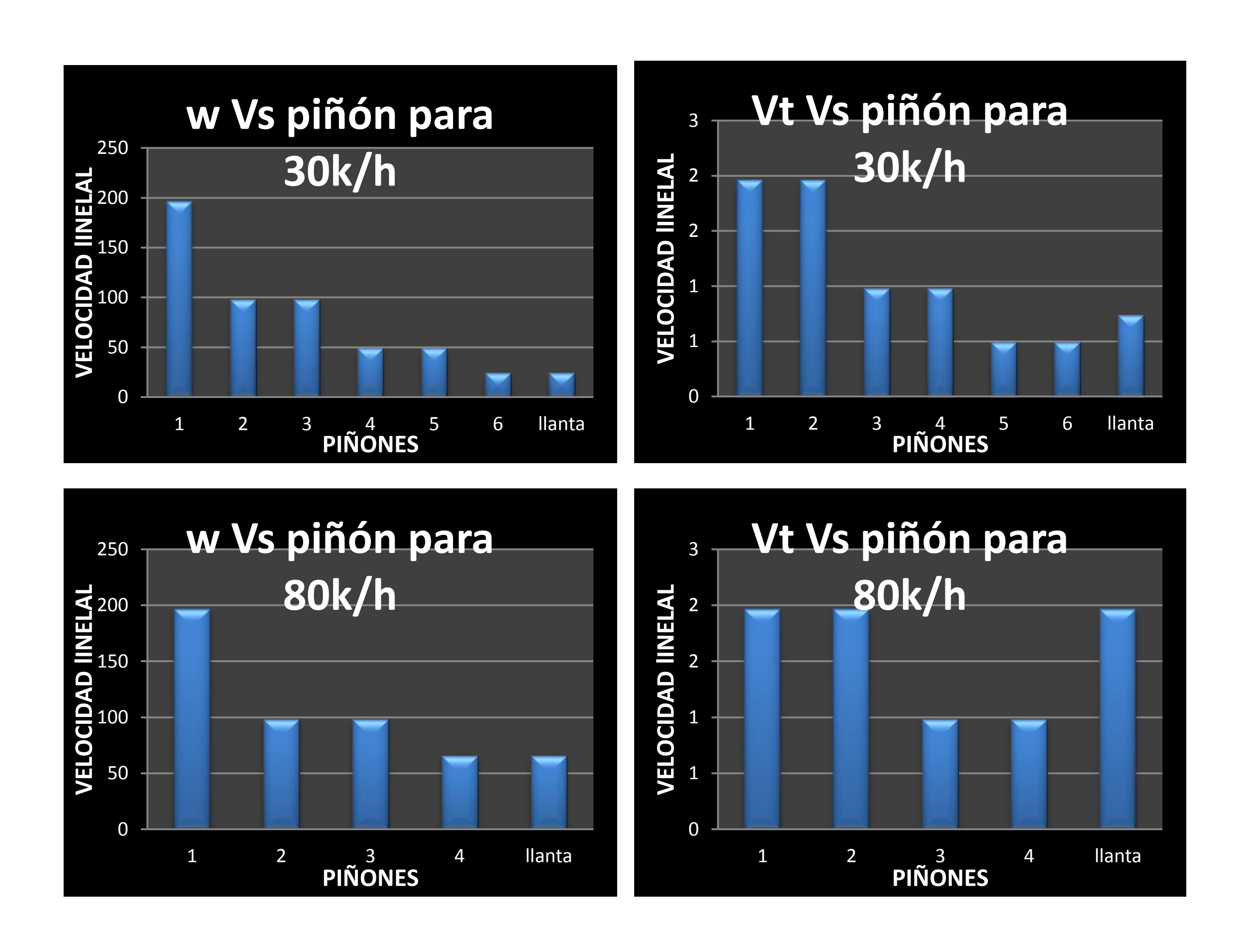
Las graficas muestran las velocidades angular y lineal, izquierda y derecha respectivamente de la tabla verde. En la velocidad angular se muestra función decreciente, mientras que la velocidad lineal desciende por parejas pero al llegar a la llanta hay un pequeño aumento de velocidad.

Los datos de la siguiente tabla están relacionados al motor 2, el cuadro de color morado (izquierdo) son los datos obtenidos para encontrar la mínima velocidad del carro, y el de color naranja son los datos de la máxima velocidad

motor 2											
velocidad del 30 km/h (a escala 0,69 m/s)						velocidad del 80 km/h (a escala 1,85 m/s)					
piñón	**característica**	**radio (m)**	**T**	**W**	**Vt**	**piñón**	**característica**	**radio (m)**	**T**	**W**	**Vt**
1	mismo eje del motor	0,01	0,032	196,25	1,96	1	mismo eje del motor	0,01	0,032	196,25	1,96
2	engranado a 1	0,02	0,064	98,13	1,96	2	engranado a 1	0,02	0,064	98,13	1,96

3	mismo eje de 2	0,01	0,064	98,13	0,98	3	mismo eje de 2	0,01	0,064	98,13	0,98
4	engranado a 3	0,02	0,128	49,06	0,98	4	engranado a 3	0,015	0,096	65,42	0,98
5	mismo eje de 4	0,01	0,128	49,06	0,49	llanta	mismo eje de 8	0,03	0,096	65,42	1,96
6	engranado a 5	0,02	0,256	24,53	0,49						
llanta	mismo eje de 6	0,03	0,256	24,53	0,74						

Los datos obtenidos por esta tabla y la tabla del moto 2 muestran que se realiza el mismo análisis, disminución de velocidad lineal y que en la llanta se aumenta para llegar a la velocidad deseada. Hay diferencia en la cantidad de piñones utilizados, en los datos de la velocidad de 30km/h en ambos motores, en el motor 1 se utilizan 8 piñones y en el motor 2 se utilizan 6 piñones (se debe aclarar que los piñones utilizados tiene el mismo tamaño), esto es debido al periodo de los motor, donde el motor 2 tiene menor velocidad al motor 1.



Las gráficas muestran el comportamiento de las velocidades angulares y tangenciales de los piñones. Las gráficas superiores nos dan las dos velocidades para que carro tenga una velocidad lineal de 30k/h. las dos inferiores nos dan las velocidades para el carro viaje a 80k/h. Como en el motor 1, en el motor 2 muestra el aumento de velocidad lineal en la llanta y una disminución, tanto lineal como angular, de los piñones.

Se aclara que los datos obtenidos, no se tiene en cuenta las variables de rozamiento, el descargue de la fuente de poder, entre otras; por tal motivo, al hacer la verificación de la velocidad del carro, disminuyo las velocidades.

6. CONCLUSIONES

- Al superar la velocidad máxima en una curva la fuerza centrífuga es mayor que la fuerza de rozamiento.

- La disminución de velocidad lineal está dada por la función de $Vt_i = \frac{2*\pi*r_{i-1}}{T_{i-1}}$ siempre y cuando el radio disminuya en relación a su piñon unidos por el eje y que el periodo aumente, es decir de un piñon grande se une a un piñon pequeño.

- La disminución de velocidad angular está dada por la función de $w_i = \frac{2*\pi*r_{i-1}}{r_i * T_{i-1}}$ siempre y cuando el radio aumente en relación a los piñones engranados, es decir de un piñón pequeño se engrane a un piñón grande.

- Al unir la llanta al mismo eje del último piñón se aumenta la velocidad lineal y se conserva la angular, esto es debido a que están unidos por el mismo eje y su orden es de pequeño a grande.

- Los datos obtenidos del motor y los piñones, no se tienen en cuenta las variables de rozamiento, desgaste de corriente eléctrica, entre otros.

- Para un posteríos proyecto se recomienda utilizar pasta o aluminio en lugar de madera para minimizar el rozamiento y mejor manipulación.

Bibliografía

1. «*German PV market*» (en inglés). *Solarbuzz.com*. Consultado el 3 de junio de 2012.
2. Andriessen, Michael. *PHISICS 1*. 3rd ed. Australia: Jacaranda, 2009.
3. Hernandez, Elsie. Cálculo diferencial e integral. 1rd ed. Costa Rica: Matemática educación e internet, 2013.
4. Lehmann, Charles. Geometría Analítica. 1rd ed. México: Limusa, 1985
5. Urban, Paul. Martin, David. Haese, Robert. Haese, Sandra. Haese, Michael. Humphries, Mark. Mathematics HL. 2dr ed. Australia: , 2009.